

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE
en sa qualité d'office élu

Date d'expédition (jour/mois/année) 05 avril 2001 (05.04.01)	
Demande internationale no PCT/FR00/02142	Référence du dossier du déposant ou du mandataire B13256.3PV
Date du dépôt international (jour/mois/année) 26 juillet 2000 (26.07.00)	Date de priorité (jour/mois/année) 27 juillet 1999 (27.07.99)
Déposant DUPUY, Philippe	

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:



dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:

31 janvier 2001 (31.01.01)



dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:

2. L'élection



a été faite



n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse no de télécopieur: (41-22) 740.14.35	Fonctionnaire autorisé R. Forax no de téléphone: (41-22) 338.83.38
--	--

TRAITE DE OPERATION EN MATIERE BREVETS

PCT

NOTIFICATION RELATIVE A LA PRESENTATION OU A LA TRANSMISSION DU DOCUMENT DE PRIORITE

(instruction administrative 411 du PCT)

Expéditeur : le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

LEHU, Jean
Brevatome
3, rue du Docteur Lancereaux
F-75008 Paris
FRANCE

Date d'expédition (jour/mois/année) 11 octobre 2000 (11.10.00)	
Référence du dossier du déposant ou du mandataire B13256.3PV	NOTIFICATION IMPORTANTE
Demande internationale no PCT/FR00/02142	Date du dépôt international (jour/mois/année) 26 juillet 2000 (26.07.00)
Date de publication internationale (jour/mois/année) Pas encore publiée	Date de priorité (jour/mois/année) 27 juillet 1999 (27.07.99)
Déposant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE etc	

1. La date de réception (sauf lorsque les lettres "NR" figurent dans la colonne de droite) par le Bureau international du ou des documents de priorité correspondant à la ou aux demandes énumérées ci-après est notifiée au déposant. Sauf indication contraire consistant en un astérisque figurant à côté d'une date de réception, ou les lettres "NR", dans la colonne de droite, le document de priorité en question a été présenté ou transmis au Bureau international d'une manière conforme à la règle 17.1.a) ou b).
2. Ce formulaire met à jour et remplace toute notification relative à la présentation ou à la transmission du document de priorité qui a été envoyée précédemment.
3. Un astérisque(*) figurant à côté d'une date de réception dans la colonne de droite signale un document de priorité présenté ou transmis au Bureau international mais de manière non conforme à la règle 17.1.a) ou b). Dans ce cas, l'attention du déposant est appelée sur la règle 17.1.c) qui stipule qu'aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité avant d'avoir donné au déposant la possibilité de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.
4. Les lettres "NR" figurant dans la colonne de droite signalent un document de priorité que le Bureau international n'a pas reçu ou que le déposant n'a pas demandé à l'office récepteur de préparer et de transmettre au Bureau international, conformément à la règle 17.1.a) ou b), respectivement. Dans ce cas, l'attention du déposant est appelée sur la règle 17.1.c) qui stipule qu'aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité avant d'avoir donné au déposant la possibilité de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.

<u>Date de priorité</u>	<u>Demande de priorité n°</u>	<u>Pays, office régional ou office récepteur selon le PCT</u>	<u>Date de réception du document de priorité</u>
27 juil 1999 (27.07.99)	99/09720	FR	26 sept 2000 (26.09.00)

<p style="text-align: center;">Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse</p> <p>no de télécopieur (41-22) 740.14.35</p>	<p>Fonctionnaire autorisé:</p> <p style="text-align: center;">Yolaine CUSSAC</p> <p>no de téléphone (41-22) 338.83.38</p>
--	---

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

AVIS INFORMANT LE DEPOSANT DE LA
COMMUNICATION DE LA DEMANDE
INTERNATIONALE AUX OFFICES DESIGNES

(règle 47.1.c), première phrase, du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

LEHU, Jean
Brevatome
3, rue du Docteur Lancereaux
F-75008 Paris
FRANCE

BREVATOME

09 FEV. 2001

3, rue du Docteur Lancereaux
75008 PARIS

Date d'expédition (jour/mois/année)

01 février 2001 (01.02.01)

BD 1965

Référence du dossier du déposant ou du mandataire

B13256.3PV

AVIS IMPORTANT

Demande internationale no

PCT/FR00/02142

Date du dépôt international (jour/mois/année)

26 juillet 2000 (26.07.00)

Date de priorité (jour/mois/année)

27 juillet 1999 (27.07.99)

Déposant

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE etc

1. Il est notifié par la présente qu'à la date indiquée ci-dessus comme date d'expédition de cet avis, le Bureau international a communiqué, comme le prévoit l'article 20, la demande internationale aux offices désignés suivants:

US

Conformément à la règle 47.1.c), troisième phrase, ces offices acceptent le présent avis comme preuve déterminante du fait que la communication de la demande internationale a bien eu lieu à la date d'expédition indiquée plus haut, et le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale à l'office ou aux offices désignés.

2. Les offices désignés suivants ont renoncé à l'exigence selon laquelle cette communication doit être effectuée à cette date:

EP,JP

La communication sera effectuée seulement sur demande de ces offices. De plus, le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale aux offices en question (règle 49.1)a-bis)).

3. Le présent avis est accompagné d'une copie de la demande internationale publiée par le Bureau international le

01 février 2001 (01.02.01) sous le numéro WO 01/08275

RAPPEL CONCERNANT LE CHAPITRE II (article 31.2)a) et règle 54.2)

Si le déposant souhaite reporter l'ouverture de la phase nationale jusqu'à 30 mois (ou plus pour ce qui concerne certains offices) à compter de la date de priorité, la demande d'examen préliminaire international doit être présentée à l'administration compétente chargée de l'examen préliminaire international avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité.

Il appartient exclusivement au déposant de veiller au respect du délai de 19 mois.

Il est à noter que seul un déposant qui est ressortissant d'un Etat contractant du PCT lié par le chapitre II ou qui y a son domicile peut présenter une demande d'examen préliminaire international.

RAPPEL CONCERNANT L'OUVERTURE DE LA PHASE NATIONALE (article 22 ou 39.1))

Si le déposant souhaite que la demande internationale procède en phase nationale, il doit, dans le délai de 20 mois ou de 30 mois, ou plus pour ce qui concerne certains offices, accomplir les actes mentionnés dans ces dispositions auprès de chaque office désigné ou élu.

Pour d'autres informations importantes concernant les délais et les actes à accomplir pour l'ouverture de la phase nationale, voir l'annexe du formulaire PCT/IB/301 (Notification de la réception de l'exemplaire original) et le volume II du Guide du déposant du PCT.

Bureau international de l'OMPI
34, chemin des Colombettes
1211 Genève 20, Suisse

no de télécopieur (41-22) 740.14.35

Fonctionnaire autorisé

J. Zahra

no de téléphone (41-22) 338.83.38

101 031341 (0130)
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

3

Applicant's or agent's file reference B13256.3PV	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/FR00/02142	International filing date (day/month/year) 26 July 2000 (26.07.00)	Priority date (day/month/year) 27 July 1999 (27.07.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01S 3/091		
Applicant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE		

RECEIVED
 OCT 1 1999
 International Preliminary Examining Authority

- This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
- This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.
☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

- This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☒ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 31 January 2001 (31.01.01)	Date of completion of this report 25 July 2001 (25.07.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

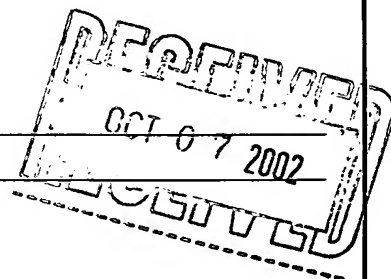
International application No.

PCT/FR00/02142

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-16, as originally filed,
 pages _____, filed with the demand,
 pages _____, filed with the letter of _____,
 pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. 1-12, as originally filed,
 Nos. _____, as amended under Article 19,
 Nos. _____, filed with the demand,
 Nos. _____, filed with the letter of _____,
 Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/3-3/3, as originally filed,
 sheets/fig _____, filed with the demand,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____.



2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-12	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations**1. Reference is made to the following documents:**

D1: US-A-5 619 522 (DUBE GEORGE) 8 April 1997
(1997-04-08)

D2: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 04, 30
April 1999 (1999-04-30) & JP 11 026847 A (TOSHIBA
CORP), 29 January 1999 (1999-01-29).

2. Document D1, which is considered the closest prior art to the subject matter of independent Claims 1 and 2 shows (the references between parentheses apply to that document):
- a method for optical pumping of a light amplifying medium (Figure 1, 15), that consists in using at least one light source (91) for pumping the amplifying medium and in enclosing said medium with a reflector (34, 44) whereof the wall is able to reflect the light from the source,
- and in which the beam (cf. L) coming directly from the source is sent towards the wall of the reflector so that said beam is subjected to successive reflections,
- and in which the amplifying medium is placed outside

said beam coming directly from the source, so that the amplifying medium may be optically pumped by the light reflected by the reflector wall.

Document D1 also discloses (cf. Figure 1) an optical pumping module comprising a light amplifying medium (15), at least one light source (91) for pumping the amplifying medium, and a reflector (34, 44) which encloses said medium and whereof the wall is able to reflect the light from the source. This module is characterised in that the reflector is partly or wholly diffusive and in that the source is oriented in a way to send the beam (cf. L) coming directly from the source towards the wall of the reflector, so that this beam is subjected to successive reflections, and in that the amplifying medium is placed outside said beam coming directly from the source, so that the amplifying medium may be optically pumped by the light reflected from the wall of the reflector.

The subject matter of Claims 1 and 2 therefore differs from this known method/module in that the reflector is partly or totally diffusive.

The subject matter of Claims 1 and 2 is therefore novel (PCT Article 33(2)).

The problem which the present invention sets out to solve can therefore be considered as distributing the pumped light more homogeneously in the amplifying medium, so that the shape of the reflector should be of little importance.

The solution to this problem proposed in Claims 1

and 2 of the present application (the reflector being partly or totally diffusive) is neither known from nor suggested by the prior art cited.

Claims 1 and 2 are therefore considered to involve an inventive step (PCT Article 33(3)).

3. Claims 3-12 are dependent on Claim 2 and therefore, as such, also satisfy the PCT requirements as regards novelty and inventive step.

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. Contrary to PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not indicate the relevant prior art set out in documents D1 and D2, and does not cite those documents.
2. Claims 1 and 2 are drafted in the two-part form.


However, the following features should not appear in the characterising portion, as they are disclosed in document D1, in combination with the features set out in the preamble (PCT Rule 6.3(b)):

a beam coming directly from the source is sent towards the wall of the reflector, so that said beam should undergo successive reflections, and the amplifying medium is placed outside said beam so that the amplifying medium should be optically pumped only by the light reflected by the reflector wall (see Claim 1), or

the source is so directed as to send the beam coming directly from the source towards the wall of the reflector, so that said beam should undergo successive reflections, and the amplifying medium is placed outside said beam so that the amplifying medium should be optically pumped only by the light reflected by the reflector wall (see Claim 2).

RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire B13256.3PV	POUR SUITE A DONNER voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/FR00/02142	Date du dépôt international (jour/mois/année) 26/07/2000	Date de priorité (jour/mois/année) 27/07/1999
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB H01S3/091		
Déposant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE		
<p>1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.</p> <p>2. Ce RAPPORT comprend 6 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.</p> <p><input type="checkbox"/> Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).</p> <p>Ces annexes comprennent feuilles.</p>		
<p>3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:</p> <ul style="list-style-type: none">I <input checked="" type="checkbox"/> Base du rapportII <input type="checkbox"/> PrioritéIII <input type="checkbox"/> Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielleIV <input type="checkbox"/> Absence d'unité de l'inventionV <input checked="" type="checkbox"/> Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclarationVI <input type="checkbox"/> Certains documents citésVII <input checked="" type="checkbox"/> Irrégularités dans la demande internationaleVIII <input type="checkbox"/> Observations relatives à la demande internationale		
Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 31/01/2001	Date d'achèvement du présent rapport 25.07.2001	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Fonctionnaire autorisé Moskowitz, P N° de téléphone +49 89 2399 2521	



RAPPORT D'EXAMEN PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL

Demande internationale n° PCT/FR00/02142

I. Base du rapport

1. En ce qui concerne les **éléments** de la demande internationale (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées dans le présent rapport comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications (règles 70.16 et 70.17)*):

Description, pages:

1-16 version initiale

Revendications, N°:

1-12 version initiale

Dessins, feuilles:

1/3-3/3 version initiale

2. En ce qui concerne la **langue**, tous les éléments indiqués ci-dessus étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue dans laquelle la demande internationale a été déposée, sauf indication contraire donnée sous ce point.

Ces éléments étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue suivante: , qui est :

- ☐ la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (selon la règle 23.1(b)).
- ☐ la langue de publication de la demande internationale (selon la règle 48.3(b)).
- ☐ la langue de la traduction remise aux fins de l'examen préliminaire internationale (selon la règle 55.2 ou 55.3).

3. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acide aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), l'examen préliminaire internationale a été effectué sur la base du listage des séquences :

- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposé avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences Présenté par écrit, a été fournie.

4. Les modifications ont entraîné l'annulation :

**RAPPORT D'EXAMEN
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/02142

- ☐ de la description, pages :
- ☐ des revendications, n^{os} :
- ☐ des dessins, feuilles :
5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :
- (Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport)*

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications 1-12
	Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 1-12
	Non : Revendications
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-12
	Non : Revendications

2. Citations et explications
voir feuille séparée

VII. Irrégularités dans la demande internationale

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :
voir feuille séparée

V.

1. Il est fait référence aux documents suivants:

D1: US-A-5 619 522 (DUBE GEORGE) 8 avril 1997 (1997-04-08).

D2: PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 04, 30 avril 1999 (1999-04-30) & JP 11 026847 A (TOSHIBA CORP), 29 janvier 1999 (1999-01-29).

2. Le document D1, qui est considéré comme étant l'état de la technique le plus proche de l'objet des revendications indépendantes 1 et 2, montre (les références entre parenthèses s'appliquent à ce document):

un procédé de pompage optique d'un milieu amplificateur de lumière (Fig.1: 15), dans lequel on utilise au moins une source (91) de lumière de pompage optique du milieu amplificateur et l'on entoure ce milieu amplificateur par un réflecteur (34,44) dont la paroi est apte à réfléchir la lumière de la source, et dans lequel on envoie le faisceau (cf. L) directement issu de la source vers la paroi du réflecteur pour que ce faisceau y subisse des réflexions successives,

et dans lequel on place le milieu amplificateur en dehors de ce faisceau directement issu de la source pour que ce milieu amplificateur soit pompé optiquement par la lumière réfléchie par la paroi du réflecteur.

Le document D1 divulgue (cf. Fig.1) également un module de pompage optique comprenant un milieu amplificateur de lumière (15), au moins une source (91) de lumière de pompage optique du milieu amplificateur et un réflecteur (34,44) qui entoure ce milieu amplificateur et dont la paroi est apte à réfléchir la lumière de la source, ce module étant caractérisé en ce que le réflecteur est partiellement ou totalement diffusant et en ce que la source est orientée de façon à envoyer le faisceau (cf. L) directement issu de cette source vers la paroi du réflecteur pour que ce faisceau y subisse des réflexions successives et en ce que le milieu amplificateur est placé en dehors de ce faisceau directement issu de la source pour que ce milieu amplificateur soit pompé optiquement par la lumière réfléchie par la paroi du réflecteur.

L'objet des revendications 1 et 2 diffère donc de ce procédé/module connu en ce que le réflecteur est partiellement ou totalement diffusant.

L'objet des revendications 1 et 2 est donc nouveau (article 33(2) PCT).

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme rendre la répartition de la lumière de pompage dans le milieu amplificateur plus homogène, de façon à ce que la forme du réflecteur ait peu d'importance.

La solution de ce problème proposée dans les revendications 1 et 2 de la présente demande (le réflecteur étant partiellement ou totalement diffusant), n'est ni connue ni suggérée par l'état de la technique cité.

Les revendications 1 et 2 sont donc considérées comme impliquant une activité inventive (article 33(3) PCT).

3. Les revendications 3-12 dépendent de la revendication 2 et satisfont donc également, en tant que telles, aux conditions requises par le PCT en ce qui concerne la nouveauté et l'activité inventive.

VII.

1. Contrairement à ce qu'exige la règle 5.1 a) ii) PCT, la description n'indique pas l'état de la technique antérieure pertinent exposé dans les documents D1 et D2 et ne cite pas ces documents.

2. Les revendications 1 et 2 sont rédigées en deux parties.

Toutefois, les caractéristiques suivantes ne devraient pas figurer dans la partie caractérisante, étant donné qu'elles sont divulguées dans le document D1, en combinaison avec les caractéristiques énoncées dans le préambule (règle 6.3 b) PCT):

on envoie le faisceau directement issu de la source vers la paroi du réflecteur pour que ce faisceau y subisse des réflexions successives et l'on place le milieu amplificateur en dehors de ce faisceau directement issu de la source pour que ce milieu amplificateur soit pompé optiquement par la seule lumière réfléchie par la paroi du réflecteur (voir la revendication 1), ou

la source est orientée de façon à envoyer le faisceau directement issu de la source vers la paroi du réflecteur pour que ce faisceau y subisse des réflexions successives, et le milieu amplificateur est placé en dehors de ce faisceau directement issu de la source pour que ce milieu amplificateur soit pompé optiquement par la seule lumière réfléchie par la paroi du réflecteur (voir la revendication 2).

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire B13256.3PV	POUR SUITE voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après A DONNER	
Demande internationale n° PCT/FR 00/ 02142	Date du dépôt international(jour/mois/année) 26/07/2000	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) 27/07/1999
Déposant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. Base du rapport

- a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.
- ☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.
- b. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :
- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le **titre**,

- ☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.
- ☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'**abrégé**,

- ☐ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant
- ☒ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure des dessins à publier avec l'abrégé est la Figure n°

- ☒ suggérée par le déposant.
- ☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.
- ☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

5

☐ Aucune des figures n'est à publier.

Cadre III TEXTE DE L'ABREGE (suite du point 5 de la première feuille)

L'abrégé a été comme suit:
Effacer de la ligne 13 "L'invention" jusqu'à la ligne 14 "matériaux."

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

P R 00/02142

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H01S3/091

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 H01S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 619 522 A (DUBE GEORGE) 8 avril 1997 (1997-04-08) abrégé; figures 1,3,6 colonne 3, ligne 10 -colonne 5, ligne 22 colonne 7, ligne 29 - ligne 67 colonne 9, ligne 63 -colonne 10, ligne 26 colonne 11, ligne 45 -colonne 12, ligne 38	1-6,10
Y	idem	11
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 04, 30 avril 1999 (1999-04-30) & JP 11 026847 A (TOSHIBA CORP), 29 janvier 1999 (1999-01-29) abrégé	11

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

14 novembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/11/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Iasevoli, R

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
1 février 2001 (01.02.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/08275 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷: H01S 3/091

COMPAGNIE GENERALE DES MATIERES NU-
CLEAIRES [FR/FR]; 2, rue Paul Dautier, F-78140
Velizy-Villacoublay (FR).

(21) Numéro de la demande internationale:

PCT/FR00/02142

(22) Date de dépôt international: 26 juillet 2000 (26.07.2000)

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement): DUPUY,
Philippe [FR/FR]; 2, rue des Tournelles, F-92290 Chate-
nay-Malabry (FR).

(25) Langue de dépôt:

français

(26) Langue de publication:

français

(74) Mandataire: LEHU, Jean; Brevatome, 3, rue du Docteur
Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(30) Données relatives à la priorité:

99/09720

27 juillet 1999 (27.07.1999) FR

(81) États désignés (national): JP, US.

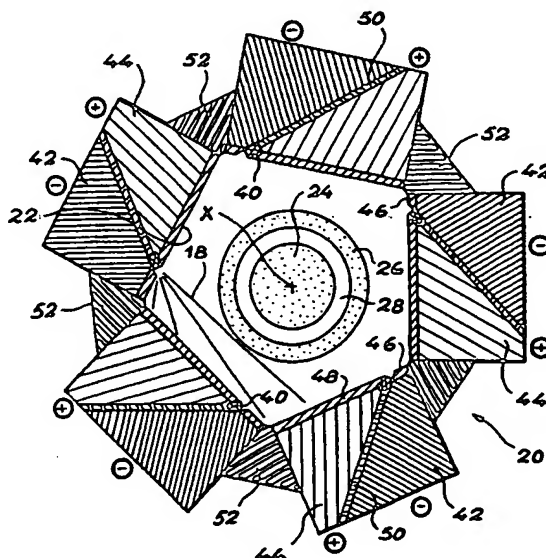
(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US): COM-
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];
31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR).

(84) États désignés (régional): brevet européen (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
SE).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR OPTICAL PUMPING OF A LIGHT-AMPLIFYING MEDIUM AND OPTICAL PUMPING MODULE
FOR IMPLEMENTING SAID METHOD

(54) Titre: PROCEDE DE POMPAGE OPTIQUE D'UN MILIEU AMPLIFICATEUR DE LUMIERE ET MODULE DE POM-
PAGE OPTIQUE POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCEDE



(57) Abstract: The invention concerns a method for optical pumping of a light-amplifying medium and an optical pumping module for implementing said method. The invention is characterised in that it consists in using at least a light source (40) for pumping the amplifying medium (24) and in enclosing said medium with a reflector (20) whereof the wall (22) reflects said diffused light; emitting the beam (18) directly coming from the source towards the wall so that it is subjected to the diffused reflections and placing the amplifying medium outside said beam so that it may be pumped only by the light diffused by the wall.

[Suite sur la page suivante]

WO 01/08275 A1

**Publiée:**

- Avec rapport de recherche internationale.
- Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé: Selon l'invention, on utilise au moins une source (40) de lumière de pompage du milieu amplificateur (24) et l'on entoure ce milieu par un réflecteur (20) dont la paroi (22) réfléchit de façon diffuse cette lumière, on envoie le faisceau (18) directement issu de la source vers la paroi pour qu'il y subisse des réflexions diffuses et l'on place le milieu amplificateur en dehors de ce faisceau pour qu'il soit pompé par la seule lumière diffusée par la paroi.

**PROCEDE DE POMPAGE OPTIQUE D'UN MILIEU AMPLIFICATEUR DE
LUMIERE ET MODULE DE POMPAGE OPTIQUE POUR LA MISE EN
OEUVRE DE CE PROCEDE**

5 DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne un procédé de pompage optique d'un milieu amplificateur de lumière ainsi qu'un module de pompage optique pour la mise en œuvre de ce procédé.

10 Un laser fondé sur l'invention trouve des applications industrielles notamment dans les domaines suivants : soudure, découpe, traitement superficiel de matériaux et marquage d'objets.

Il peut également trouver des applications
15 dans le domaine médical.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

On sait qu'un laser comprend essentiellement un milieu amplificateur et deux miroirs formant une cavité résonante, le milieu amplificateur
20 étant placé entre ces deux miroirs.

L'énergie nécessaire au fonctionnement d'un laser peut être fournie au milieu amplificateur de manière électrique, chimique ou optique.

Dans la présente invention, on s'intéresse à la troisième manière c'est-à-dire à ce que l'on appelle le pompage optique du milieu amplificateur.

Afin de réduire les effets qui limitent les performances du laser, la répartition de la lumière de pompage dans le milieu amplificateur doit être la plus homogène possible.

Or, si rien n'est spécifiquement entrepris dans ce sens, la répartition de cette lumière de pompage est en général inhomogène et présente souvent un maximum du côté de la source de cette lumière.

Précisons dès maintenant que l'invention concerne un procédé destiné à rendre cette répartition homogène.

On sait que le milieu amplificateur d'un laser absorbe tout ou partie de la puissance de pompage, et en réémet une certaine quantité sous forme d'émission stimulée, le reste de la puissance absorbée étant transformé en chaleur. Cette émission stimulée est appelée « effet laser ».

L'absorption de la puissance de pompage suit une loi exponentielle (loi de Beer-Lambert) qui se traduit par une puissance absorbée plus importante sur la partie (ou les parties) du milieu amplificateur proche(s) de la source de pompage. Ceci crée des inhomogénéités de pompage : la puissance absorbée n'est pas la même en tout point du milieu amplificateur.

Les variations de pompage en différents points de ce milieu créent à leur tour des variations

locales de l'indice de réfraction qui induisent des déformations du front d'onde du faisceau laser émis.

La conséquence ultime de ces inhomogénéités de pompage est une limitation de la qualité de ce faisceau laser. En particulier, la déformation du front d'onde est susceptible de limiter la puissance extraite du laser et d'augmenter la divergence du faisceau laser.

Pour remédier à ces inconvénients, il est connu, dans le cas particulier d'un milieu amplificateur solide en forme de barreau, de pomper longitudinalement ce milieu. Pour ce faire, on focalise le flux lumineux issu d'une ou plusieurs sources de lumière, des diodes lasers par exemple, sur l'une des faces du barreau.

Cette technique permet d'obtenir une répartition homogène du pompage mais elle n'est pas adaptée aux lasers de très forte puissance moyenne à cause des problèmes de sollicitation thermique de l'extrémité du milieu amplificateur. En fait cette technique est surtout adaptée aux lasers monomodes transverses de puissance moyenne modérée.

Lorsque l'on souhaite réaliser un laser de forte puissance moyenne, on utilise de préférence une technique connue de pompage transverse. On dispose alors radialement autour du milieu amplificateur un nombre fini de diodes lasers.

Ceci est schématiquement illustré par la figure 1 où l'on voit, en coupe transversale, un barreau laser 2 placé dans un manchon en saphir 4.

L'espace compris entre le barreau 2 et le manchon 4 constitue un canal de refroidissement 6. Trois diodes lasers 8 sont placées à 120° les unes des autres autour du manchon 4 et sont séparées les unes des autres par des espaceurs en cuivre 10.

Chaque diode 8 émet un faisceau lumineux de pompage optique en direction du barreau 2 et l'on focalise ce faisceau sur le barreau par l'intermédiaire d'une lentille cylindrique 12.

Dans cette technique connue de pompage transversal, chaque diode n'éclaire en fait qu'une partie limitée du milieu amplificateur et l'homogénéité de pompage qu'il est alors possible d'obtenir dépend directement du degré de symétrie du système diodes-barreau.

Plus il y a de diodes, plus on s'approche du cas idéal de la symétrie de révolution. Or, en pratique, des contraintes mécaniques font que le nombre de diodes est souvent limité à 3 ou 5.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention a pour objet un procédé de pompage optique d'un milieu amplificateur de lumière ainsi qu'un module de pompage optique qui permettent une répartition homogène de ce pompage, sont utilisables pour former un laser, quelle que soit la puissance souhaitée pour ce laser, et ne nécessitent pas un grand nombre de sources de lumière de pompage.

De façon précise, la présente invention a pour objet un procédé de pompage optique d'un milieu amplificateur de lumière, dans lequel on utilise au moins une source de lumière de pompage optique du milieu amplificateur et l'on entoure ce milieu amplificateur par un réflecteur dont la paroi (simple ou multiple) est apte à réfléchir la lumière de la source, ce procédé étant caractérisé en ce que le réflecteur est partiellement ou totalement diffusant et en ce qu'on envoie le faisceau directement issu de la source vers la paroi du réflecteur pour que ce faisceau y subisse des réflexions partiellement ou totalement diffuses successives et l'on place le milieu amplificateur en dehors de ce faisceau directement issu de la source pour que ce milieu amplificateur soit pompé optiquement par la seule lumière réfléchie par la paroi du réflecteur partiellement ou totalement diffusant.

L'invention concerne aussi un module de pompage optique pour un milieu amplificateur de lumière, comprenant au moins une source de lumière de pompage optique du milieu amplificateur et un réflecteur qui entoure ce milieu amplificateur et dont la paroi (simple ou multiple) est apte à réfléchir la lumière de la source, ce module étant caractérisé en ce que le réflecteur est partiellement ou totalement diffusant et en ce que la source est orientée de façon à envoyer le faisceau directement issu de cette source vers la paroi du réflecteur pour que ce faisceau y subisse des réflexions partiellement ou totalement

diffuses successives et en ce que le milieu amplificateur est placé en dehors de ce faisceau directement issu de la source pour que ce milieu amplificateur soit pompé optiquement par la seule
5 lumière réfléchie par la paroi du réflecteur.

Selon un mode de réalisation préféré du module objet de l'invention, le milieu amplificateur forme un barreau cylindrique à base sensiblement circulaire, la source de lumière est destinée au
10 pompage optique transversal de ce milieu et la paroi du réflecteur forme un cylindre dont les génératrices sont parallèles à l'axe du milieu amplificateur.

De préférence, le réflecteur a sensiblement la même longueur que le milieu amplificateur.

15 On peut par exemple choisir la base du cylindre formée par la paroi du réflecteur parmi les polygones sensiblement réguliers, les ellipses et les cercles.

La source de lumière peut être un émetteur
20 de lumière.

Cet émetteur de lumière peut être choisi parmi une diode laser, une barrette de diodes lasers, une rangée de barrettes de diodes lasers, un empilement de barrettes de diodes lasers et une combinaison de
25 cette rangée et de cet empilement, cette (ou ces) barrette(s) étant parallèle(s) aux génératrices du cylindre que forme la paroi du réflecteur.

Le module objet de l'invention peut comprendre en outre plusieurs blocs, chaque bloc
30 comprenant une face plane, apte à réfléchir, de façon

partiellement ou totalement diffuse, la lumière de la source, la base du cylindre formé par la paroi du réflecteur étant un polygone sensiblement régulier, cette paroi comprenant ainsi plusieurs côtés, chacun de
5 ceux-ci étant formé par deux faces planes respectives de deux blocs adjacents.

La source de lumière peut être placée dans un intervalle formé entre deux blocs adjacents de manière que la lumière émerge de l'espace ainsi formé
10 entre les faces planes respectives de ces deux blocs et atteigne la paroi du réflecteur.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, les deux blocs sont électriquement conducteurs et la diode laser ou la (ou les)
15 barrette(s) de diodes lasers est (ou sont) alimentée(s) électriquement par l'intermédiaire de ces deux blocs.

Au lieu d'être un émetteur de lumière, la source de lumière peut être un moyen de propagation de lumière dont une extrémité est destinée à recevoir la
20 lumière d'un émetteur de lumière et dont une autre extrémité est destinée à envoyer cette lumière vers la paroi du réflecteur. De préférence, le réflecteur est quasi-lambertien.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

25 La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après, à titre purement indicatif et

nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- 5 ° la figure 1 illustre schématiquement une technique connue de pompage optique transverse d'un milieu amplificateur de lumière et a déjà été décrite,
- ° la figure 2 illustre schématiquement le principe de la présente invention,
- 10 ° la figure 3 est une vue en coupe transversale schématique d'un premier mode de réalisation particulier du module de pompage optique objet de l'invention, utilisant un réflecteur à paroi cylindrique à base carrée,
- 15 ° la figure 4 est une vue en coupe transversale schématique d'un deuxième mode de réalisation particulier du module de pompage optique objet de l'invention, utilisant un réflecteur diffusant à paroi cylindrique à base circulaire, et
- 20 ° la figure 5 est une vue en coupe transversale schématique d'un troisième mode de réalisation particulier du module de pompage optique objet de l'invention, utilisant un réflecteur diffusant à paroi cylindrique à base polygonale.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

Un module de pompage optique conforme à l'invention est schématiquement représenté en coupe transversale sur la figure 2 et comprend un milieu
5 amplificateur de lumière 14 et au moins une source de lumière 16, par exemple une diode laser, cette source étant de préférence quasi-ponctuelle.

La source 16 est prévue pour fournir une lumière apte à pomper optiquement le milieu
10 amplificateur 14.

Le module représenté sur la figure 2 comprend aussi un réflecteur 20 qui entoure le milieu amplificateur et dont la paroi 22 est apte à réfléchir cette lumière de façon diffuse. Ce réflecteur est de
15 préférence quasi-lambertien.

La source 16, qui débouche dans l'espace délimité par le réflecteur, est orientée de façon à envoyer, vers la paroi 22 de ce réflecteur, le faisceau lumineux 18 directement issu de cette source 16. Ce
20 faisceau 18 y subit alors des réflexions diffuses successives.

De plus, le milieu amplificateur 14 est placé en dehors de ce faisceau directement issu de la source 16. De ce fait, ce milieu amplificateur 14 n'est
25 pompé optiquement que par la lumière diffusée par la paroi 22 du réflecteur 20.

Dans les modules de pompage optique transversal connus, des sources de lumière, par exemple des diodes lasers, émettent directement dans la

direction du milieu amplificateur. L'homogénéité du pompage ne peut alors résulter que de la somme des contributions respectives des diodes lasers par effet de symétrie.

5 La présente invention va à l'encontre de ce principe : aucune source utilisée dans l'invention n'émet directement sa lumière en direction du milieu amplificateur. C'est pourquoi le procédé de pompage optique objet de l'invention peut être considéré comme
10 un pompage indirect.

Dans l'invention, on distribue le flux lumineux émis par chaque source de lumière de pompage tout autour du milieu amplificateur grâce à un réflecteur partiellement ou totalement diffusant afin
15 d'éviter de créer une direction privilégiée. Cette source constitue alors non pas une source localisée mais une source étendue qui éclaire le milieu amplificateur dans toutes les directions.

Il convient de noter que chaque source
20 permet d'obtenir un pompage quasiment homogène. Dans l'invention il y a donc moins de contraintes de symétrie que dans l'art antérieur, tant pour le positionnement mécanique des sources que pour le tri sélectif de ces dernières.

25 Il convient également de noter que du fait qu'on utilise un réflecteur diffusant, du moment que le milieu amplificateur est entouré par ce réflecteur, la forme de ce dernier a peu d'importance : il peut être carré, polygonal, rond ou de toute autre forme.

Ce réflecteur peut par exemple être fait en céramique du type SINTOX-Al (marque déposée) ou en polymère du type SPECTRALON (marque déposée) ou être obtenu au moyen d'un traitement de surface d'une paroi
5 métallique, par exemple un traitement de type INFRAGOLD (marque déposée) au cours duquel on sable la paroi métallique et on y dépose ensuite une mince couche d'or.

On considère maintenant les modules de
10 pompage optique transversal qui sont schématiquement représentés sur les figures 3 à 5. Dans chacun de ces modules, un réflecteur diffusant 20 et un milieu amplificateur 24 en forme de barreau cylindrique à base sensiblement circulaire sont coaxiaux et ont à peu près
15 la même longueur. Ces modules de pompage sont vus en coupe transversale perpendiculairement à l'axe X qui est commun au milieu amplificateur et au réflecteur.

Un module conforme à l'invention est utilisable non seulement dans un laser (au sens strict)
20 mais encore dans un dispositif d'amplification de lumière où un faisceau laser traverse un milieu amplificateur de lumière destiné à amplifier ce faisceau.

Dans le cas d'une application des modules
25 des figures 3 à 5 à un laser, on précise que les deux miroirs de la cavité du laser, qui délimitent cette cavité, seraient perpendiculaires à l'axe X et respectivement placés de part et d'autre du milieu amplificateur 24.

Dans les exemples des figures 3 à 5, ce milieu amplificateur 24 est solide. Il est placé à l'intérieur d'un tube 26 qui est transparent à la lumière de pompage. Dans l'intervalle 28 compris entre
5 ce tube et le milieu amplificateur, on fait circuler, grâce à des moyens non représentés, un liquide de refroidissement transparent à la lumière de pompage pour refroidir le milieu amplificateur.

Le réflecteur 20 entoure le tube 26 et donc
10 le milieu amplificateur 24 et la paroi 22 de ce réflecteur forme un cylindre dont les génératrices sont parallèles à l'axe X du milieu amplificateur.

Dans les exemples des figures 3 à 5, on utilise une ou plusieurs sources de lumière de pompage
15 optique, par exemple une ou plusieurs diodes lasers ayant un spectre d'émission en accord avec le spectre d'absorption du milieu amplificateur.

En variante, on peut amener la lumière émise par les diodes lasers à l'intérieur de la chambre
20 de pompage délimitée par le réflecteur diffusant par exemple au moyen de guides de lumière, de fibres optiques ou de simples fentes (rendues réflectrices vis-à-vis de la lumière de pompage).

La lumière ainsi injectée dans la chambre
25 de pompage est dans un premier temps dirigée directement sur le matériau réflecteur diffusant sans passer par le milieu amplificateur.

Dans l'exemple de la figure 3, la paroi du réflecteur est un cylindre à base carrée : on voit sur
30 la figure les quatre côtés de cette paroi.

On utilise quatre sources de lumière de pompage optique 30 respectivement associées aux quatre côtés. Chacune de ces sources 30 comprend un guide de lumière 32, par exemple une lame de verre, qui traverse le réflecteur parallèlement à l'axe X comme on le voit sur la figure 3.

Une première extrémité de cette lame 32 débouche à l'intérieur du réflecteur et affleure la paroi de celui-ci tandis que la deuxième extrémité de la lame débouche à l'extérieur de ce réflecteur.

Cette deuxième extrémité est optiquement couplée à une diode laser 34 ou à une barrette de diodes lasers parallèle à l'axe X qui est commandée par des moyens non représentés.

Cette diode ou cette barrette de diodes émet la lumière de pompage qui est alors transportée par la lame et sort par la première extrémité de cette lame pour illuminer la paroi du réflecteur.

On choisit l'inclinaison β de chaque lame par rapport à la paroi et la distance d de la première extrémité correspondante par rapport à un côté adjacent de cette paroi pour que le faisceau lumineux 18 issu de cette première extrémité illumine la paroi sans rencontrer le milieu amplificateur 24, l'angle d'ouverture α de ce faisceau (voir figure 2) étant connu.

A titre purement indicatif et nullement limitatif, on utilise

- un barreau amplificateur en Nd:YAG de 5 mm de diamètre et d'indice optique 1,82,
- des diodes lasers dont la divergence totale à mi-hauteur vaut 40° , qui sont positionnées à 0,5 mm de leurs guides de lumière respectifs, émettent à 808 nm et ont une largeur spectrale de 2 nm à mi-hauteur,
- un tube de verre 26 de diamètre intérieur 7 mm et de diamètre extérieur 9 mm et d'indice optique 1,5, ce tube étant traité anti-reflet à l'extérieur,
- de l'eau de refroidissement d'indice optique égal à 1,33,
- un réflecteur à paroi carrée de 15 mm de côté et ayant un coefficient de réflexion de 97,5% et
- des guides de lumière en verre dont les dimensions valent 1 cm x 1 mm, qui ont un indice optique égal à 1,5 et dont les première et deuxième extrémités sont traitées anti-reflet.

Dans l'exemple de la figure 4 le réflecteur a une paroi cylindrique à base circulaire. On utilise cinq sources de lumière de pompage optique.

Chaque source comprend une fibre optique dont une extrémité est optiquement couplée à une diode laser commandée par des moyens non représentés et dont l'autre extrémité se trouve dans un embout rectiligne qui traverse obliquement (c'est-à-dire non radialement) le réflecteur pour déboucher dans l'espace délimité par ce réflecteur en affleurant la paroi de ce réflecteur.

On voit le faisceau lumineux 18 directement issu de l'extrémité de l'embout dans l'espace délimité par la paroi 22. Ce faisceau éclaire encore cette paroi sans rencontrer le milieu amplificateur.

5 Dans l'exemple de la figure 5 le réflecteur diffusant 20 a une paroi cylindrique 22 à base polygonale par exemple à cinq côtés.

On utilise, en tant que sources de lumière de pompage, des émetteurs de lumière 40 constitués par
10 des barrettes de diodes lasers qui sont parallèles à l'axe X du barreau amplificateur 24.

On peut aussi utiliser des superpositions et/ou des empilements de telles barrettes.

On voit sur la figure 5 cinq groupes de
15 deux blocs métalliques 42 et 44 ayant respectivement deux faces planes 46 et 48 qui sont coplanaires et dont la réunion constitue l'un des côtés de la paroi 22 à base pentagonale du module de la figure 5.

Chaque barrette de diodes lasers est
20 comprise entre les deux blocs métalliques 42 et 44 d'un même groupe et se trouve au voisinage des faces respectives 46 et 48 de ces deux blocs, sur la ligne séparant ces deux faces.

Ceci permet l'alimentation électrique des
25 diodes lasers de cette barrette en polarisant les deux blocs de façon appropriée par des moyens symbolisés, sur la figure 5, par les signes - et + respectivement associés aux blocs 42 et 44.

On voit sur la figure 5 l'espace existant
30 entre ces deux blocs, qui est partiellement occupé par

la barrette 40 correspondante. Le reste de cet espace est rempli d'un matériau électriquement isolant 50.

On voit que cet espace est oblique par rapport aux faces planes respectives 46 et 48 des deux
5 blocs 42 et 44 et que l'éclairage de la paroi du réflecteur est encore oblique dans le cas de la figure 5, le faisceau lumineux 18 directement issu de la barrette ne rencontrant pas le milieu amplificateur 24.

De même, un élément 52, fait d'un matériau
10 électriquement isolant, sépare chaque bloc, appartenant à un groupe de blocs déterminé, d'un bloc du groupe adjacent pour éviter un contact électrique entre ces deux blocs.

De plus, toutes les faces 46 et 48 sont
15 sablées puis revêtues d'une mince couche d'or pour obtenir la réflexion diffuse.

REVENDECATIONS

1. Procédé de pompage optique d'un milieu amplificateur de lumière (14, 24), dans lequel on utilise au moins une source (14, 30, 40) de lumière de pompage optique du milieu amplificateur et l'on entoure ce milieu amplificateur par un réflecteur (20) dont la paroi (22) est apte à réfléchir la lumière de la source, ce procédé étant caractérisé en ce que le réflecteur est partiellement ou totalement diffusant et en ce qu'on envoie le faisceau (18) directement issu de la source vers la paroi du réflecteur pour que ce faisceau y subisse des réflexions partiellement ou totalement diffuses successives et l'on place le milieu amplificateur en dehors de ce faisceau directement issu de la source pour que ce milieu amplificateur soit pompé optiquement par la seule lumière réfléchie par la paroi du réflecteur partiellement ou totalement diffusant.

2. Module de pompage optique comprenant un milieu amplificateur de lumière (14, 24), au moins une source (16, 30, 40) de lumière de pompage optique du milieu amplificateur et un réflecteur (20) qui entoure ce milieu amplificateur et dont la paroi (22) est apte à réfléchir la lumière de la source, ce module étant caractérisé en ce que le réflecteur est partiellement ou totalement diffusant et en ce que la source est orientée de façon à envoyer le faisceau (18) directement issu de cette source vers la paroi du réflecteur pour que ce faisceau y subisse des réflexions partiellement ou totalement diffuses

successives et en ce que le milieu amplificateur est placé en dehors de ce faisceau directement issu de la source pour que ce milieu amplificateur soit pompé optiquement par la seule lumière réfléchiée par la paroi
5 du réflecteur partiellement ou totalement diffusant.

3. Module selon la revendication 2, dans lequel le milieu amplificateur (24) forme un barreau cylindrique à base sensiblement circulaire, la source de lumière (30, 40) est destinée au pompage optique
10 transversal de ce milieu et la paroi (22) du réflecteur (20) forme un cylindre dont les génératrices sont parallèles à l'axe (X) du milieu amplificateur.

4. Module selon la revendication 3, dans lequel le réflecteur (20) a sensiblement la même
15 longueur que le milieu amplificateur (24).

5. Module selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, dans lequel la base du cylindre formé par la paroi (22) du réflecteur est choisie parmi les polygones sensiblement réguliers, les ellipses et
20 les cercles.

6. Module selon l'une quelconque des revendication 3 à 5, dans lequel la source de lumière est un émetteur de lumière (16, 40) et cet émetteur de lumière est choisi parmi une diode laser, une barrette
25 de diodes lasers, une rangée de barrettes de diodes laser, un empilement de barrettes de diodes lasers et une combinaison de cette rangée et de cet empilement, cette (ou ces) barrette(s) étant parallèle(s) aux génératrices du cylindre que forme la paroi du
30 réflecteur.

7. Module selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, comprenant en outre plusieurs blocs (42, 44), chaque bloc comprenant une face plane (46, 48), apte à réfléchir de façon partiellement ou
5 totalement diffuse la lumière de la source, la base du cylindre formé par la paroi du réflecteur étant un polygone sensiblement régulier, cette paroi comprenant ainsi plusieurs côtés, chacun de ceux-ci étant formé par deux faces planes respectives de deux blocs
10 adjacents.

8. Module selon la revendication 7, dans lequel la source de lumière (40) est placée dans un intervalle formé entre deux blocs adjacents (42, 44) de manière que la lumière émerge de l'espace ainsi formé
15 entre les faces planes respectives de ces deux blocs et atteigne la paroi du réflecteur.

9. Module selon les revendications 6 et 8, dans lequel les deux blocs (42, 44) sont électriquement conducteurs et la diode laser ou la (ou les)
20 barrette(s) de diodes lasers (40) est (ou sont) alimentée(s) électriquement par l'intermédiaire de ces deux blocs.

10. Module selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans lequel la source de lumière
25 est un émetteur de lumière (16, 40).

11. Module selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans lequel la source de lumière est un moyen de propagation de lumière (32, 36) dont une extrémité est destinée à recevoir la lumière d'un
30 émetteur de lumière (34) et dont une autre extrémité

est destinée à envoyer cette lumière vers la paroi (22) du réflecteur (20).

12. Module selon l'une quelconque des revendications 2 à 11, dans lequel le réflecteur est
5 quasi-lambertien.

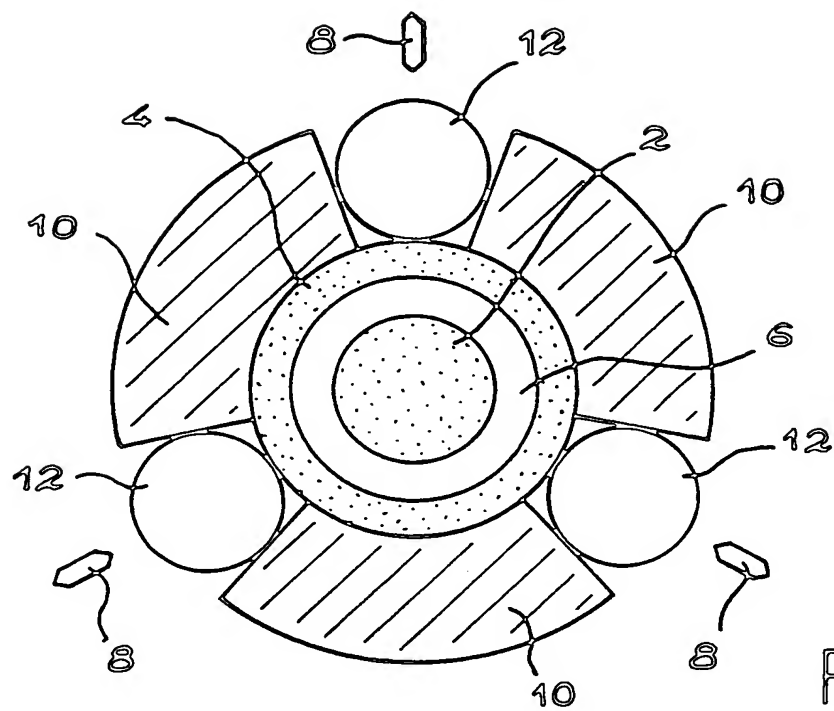


FIG. 1

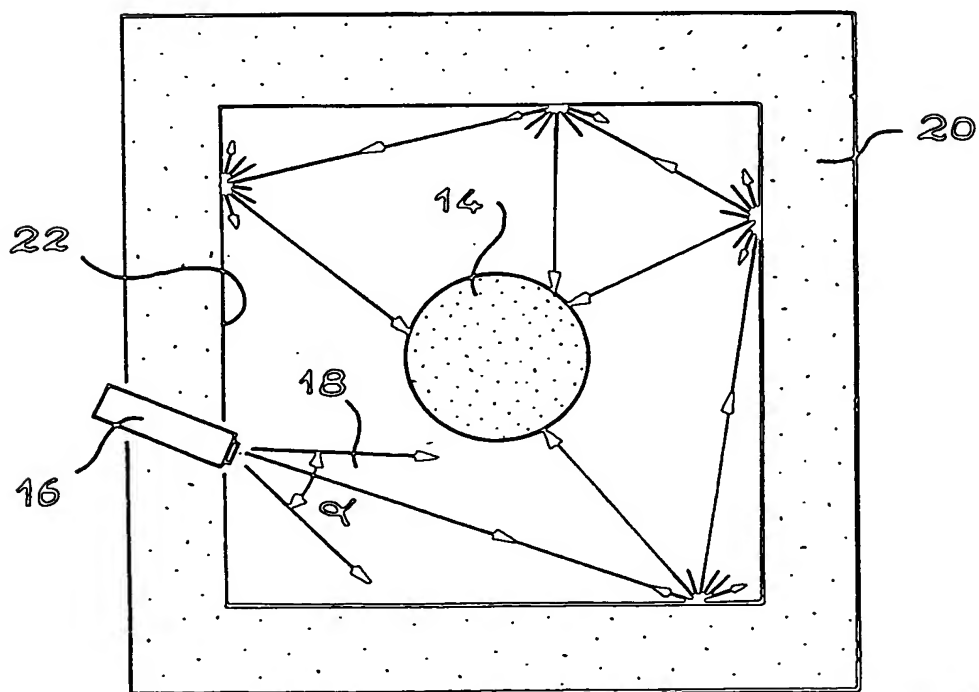
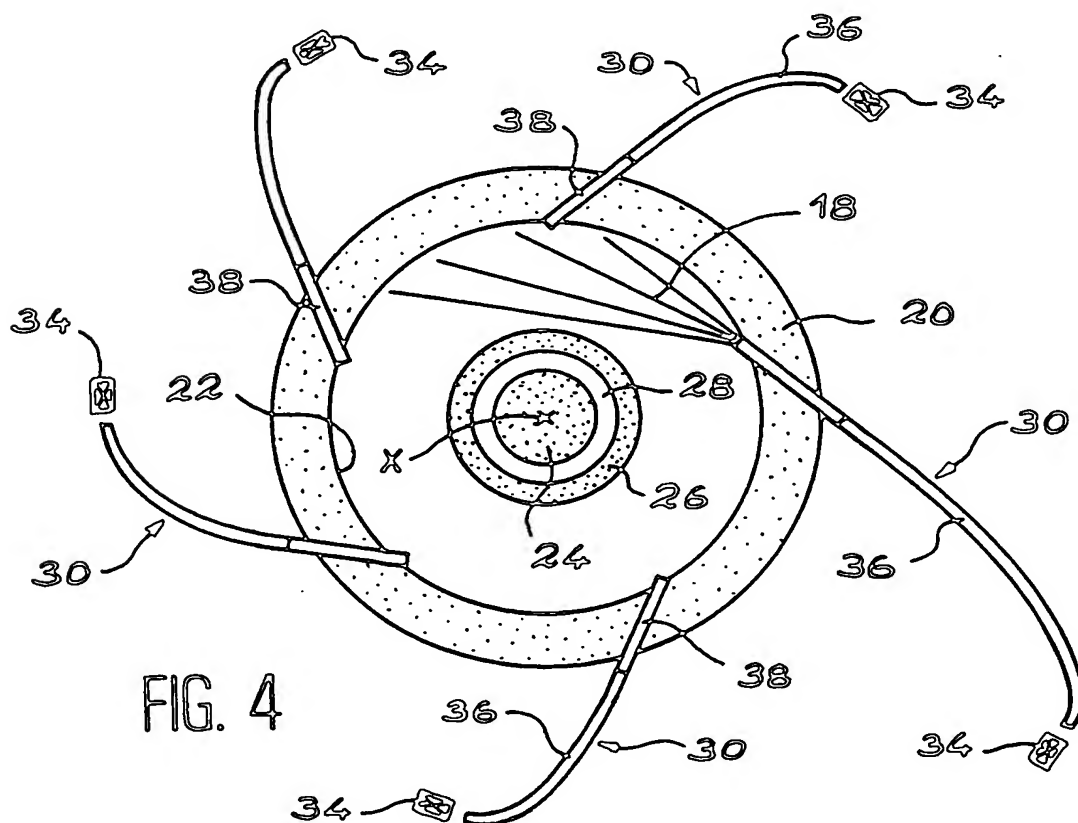
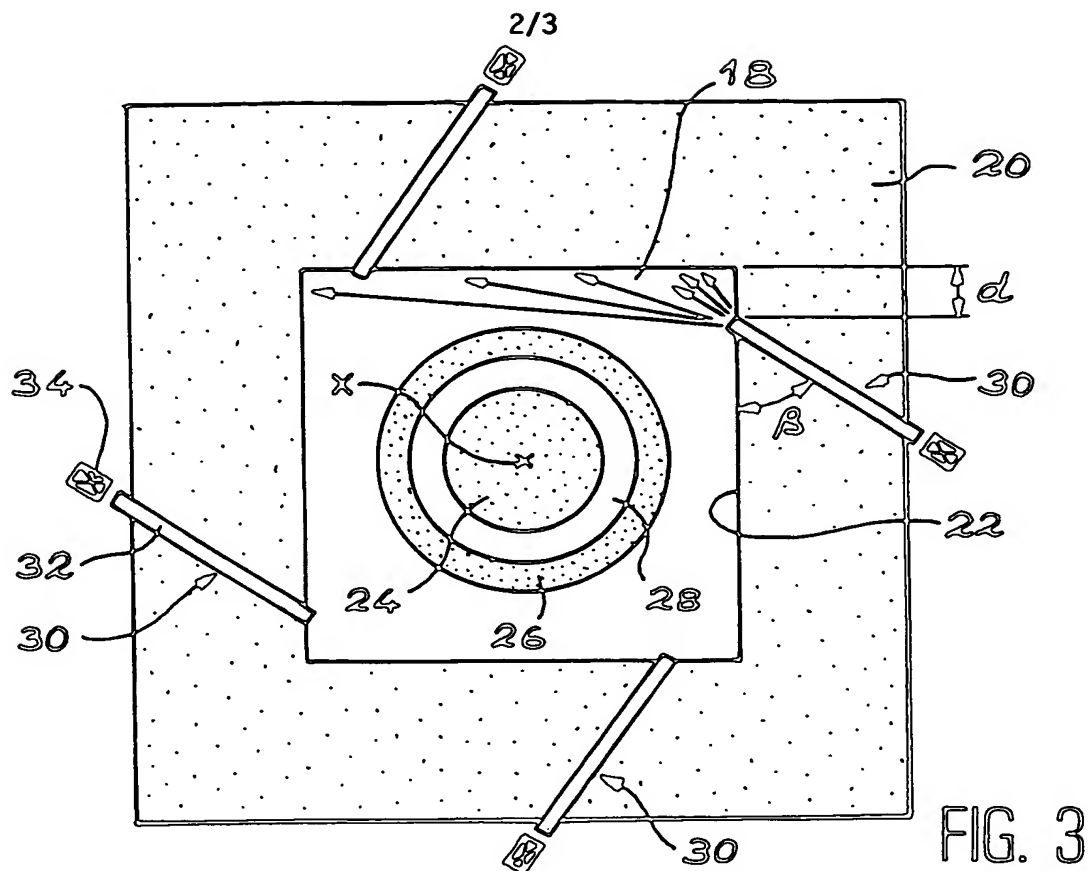


FIG. 2



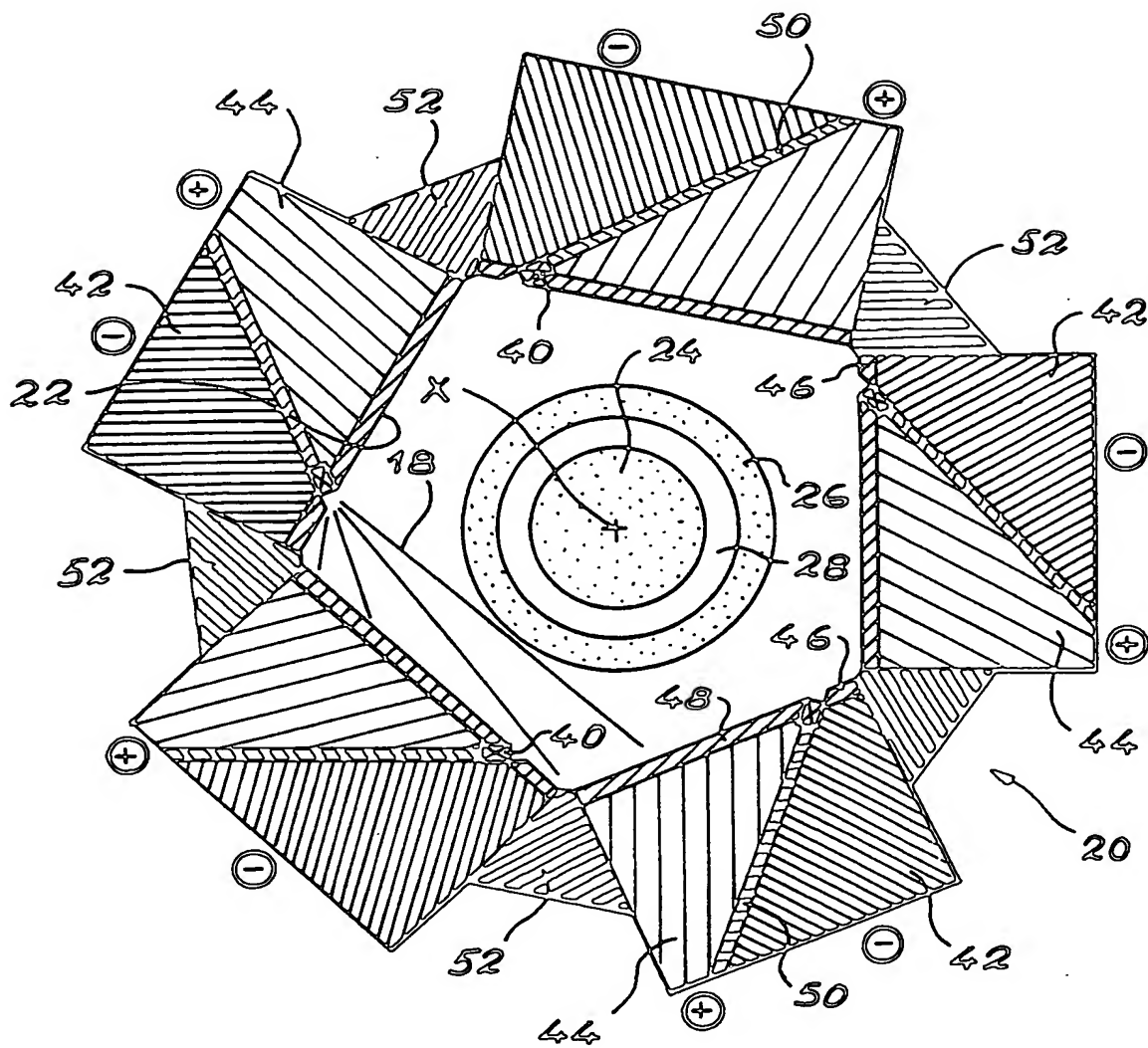


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internu application No

PCT/F... 0/02142

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01S3/091

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 619 522 A (DUBE GEORGE) 8 April 1997 (1997-04-08) abstract; figures 1,3,6 column 3, line 10 -column 5, line 22 column 7, line 29 - line 67 column 9, line 63 -column 10, line 26 column 11, line 45 -column 12, line 38	1-6, 10
Y	idem	11
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 04, 30 April 1999 (1999-04-30) & JP 11 026847 A (TOSHIBA CORP), 29 January 1999 (1999-01-29) abstract	11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 November 2000

Date of mailing of the international search report

21/11/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Iasevoli, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/02142

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5619522 A	08-04-1997	NONE	
JP 11026847 A	29-01-1999	NONE	